

FW

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: D. BURCZYK
SERIAL NO.: 10/736,907
FILED: Dec. 17, 2003
FOR: Dynamic pressure transmitter

GROUP ART UNIT: 2855
EXAMINER: A. J. Allen
ATTY. REFERENCE: BURC3002/FJD

COMMISSIONER OF PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The below identified communication(s) or document(s) is(are) submitted in the above application or proceeding:

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Declaration | <input type="checkbox"/> Issue Fee Transmittal |
| <input checked="" type="checkbox"/> Priority Document - German
application 203 11 320.9 | <input type="checkbox"/> Check in the Amount of \$ _____ |
| <input type="checkbox"/> Formal Drawings | <input type="checkbox"/> Application Data Sheet |
| | <input type="checkbox"/> |

☐ Please debit or credit **Deposit Account Number 02-0200** for any deficiency or surplus in connection with this communication. A duplicate copy of this sheet is provided for use by the Deposit Account Branch.

☐ Small Entity Status is claimed.

☐

23364
Customer Number

BACON & THOMAS, PLLC
625 SLATERS LANE - FOURTH FLOOR
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22314
(703) 683-0500

DATE: August 13, 2008 _____

Respectfully submitted,


Felix J. D'Ambrosio
Attorney for Applicant

Registration Number: 25,721

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Gebrauchsmusteranmeldung

Aktenzeichen: 203 11 320.9

Anmeldetag: 22. Juli 2003

Anmelder/Inhaber: Endress + Hauser GmbH + Co KG,
79689 Maulburg/DE

Bezeichnung: Dynamischer Druckmittler

IPC: G 01 L 7/08

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Gebrauchsmusteranmeldung.

München, den 21. September 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident

Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, likely belonging to the official representing the German Patent and Trademark Office.

Dynamischer Druckmittler

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Druckmittler bzw. einen Druckaufnehmer mit einem Druckmittler zum Erfassen eines Mediendrucks. Druckmittler umfassen einen Druckmittlerkörper und eine Trennmembran, die unter Bildung einer Druckkammer zwischen einer Stirnfläche des Druckmittlerkörpers und der Trennmembran an dem Druckmittlerkörper befestigt ist; sowie einen Druckkanal, der mit der Druckkammer kommuniziert, und über den eine Meßzelle mittels einer Übertragungsflüssigkeit mit dem in der Druckkammer vorherrschenden Druck beaufschlagt wird. Sofern der Druckmittler in einen Druckaufnehmer bzw. in dessen Meßwerk integriert ist, kann der Druckkanal sich bis zu einer Meßzellenkammer erstrecken. Bei einem Druckmittler, der beabstandet von einem Druckaufnehmer angeordnet ist, ist an den Druckkanal eine Kapillarleitung angeschlossen, die sich bis zu dem Druckaufnehmer erstreckt.

Wenn im Meßbetrieb der Mediendruck schnell ansteigt, so wird die Übertragungsflüssigkeit aus der Druckkammer in den Druckkanal gedrückt, wobei die Übertragungsflüssigkeit mit großer Geschwindigkeit aus der Druckkammer in die enge Eintrittsöffnung des Druckkanals strömt. Aufgrund des Venturi-Effekts kann es hierbei im Bereich der Eintrittsöffnung zu einer solchen Absenkung des Drucks führen, daß die Trennmembran lokal an das Membranbett in der Umgebung der Eintrittsöffnung herangesogen wird, und die Eintrittsöffnung verschließt. Eine Druckmessung ist in diesem Zustand nicht mehr möglich, da die Kommunikation zwischen der Druckkammer und der Druckmeßzelle unterbrochen ist. Wenn die Eintrittsöffnung des Druckkanals konisch verläuft, und diese Kontur auf die Trennmembran abgeprägt ist, wird der obige Effekt noch verstärkt, denn bei der Annäherung der Trennmembran an den Druckkanal entsteht zwischen der Trennmembran und dem Ringkanal im Bereich der Eintrittsöffnung eine Art Ringkanal dessen durchströmbarer freier Durchmesser sich mit der Annäherung der

Trennmembran verringert. Es kommt daher zu einer positiven Rückkopplung des Venturi-Effekts.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde einen
5 Druckmittler mit verbessertem dynamischen Verhalten bereitzustellen.

Die Aufgabe wird gelöst durch den Druckmittler gemäß des unabhängigen Patentanspruchs 1.

- 10 Der erfindungsgemäße Druckmittler umfaßt
einen Druckmittlerkörper;
eine Trennmembran, die unter Bildung einer Druckkammer zwischen einer
Stirnfläche des Druckmittlerkörpers und der Trennmembran an dem
Druckmittlerkörper befestigt ist;
15 einen ersten Druckkanal, der sich zwischen einer ersten Öffnung in der
Druckkammer und einem gemeinsamen Druckübertragungspfad erstreckt,
und einen zweiten Druckkanal, der sich zwischen einer zweiten Öffnung in
der Druckkammer und dem gemeinsamen Druckübertragungspfad erstreckt,
wobei der zweite Druckkanal andere hydraulische Eigenschaften aufweist,
20 als der erste Druckkanal.

Die hydraulischen Eigenschaften sind der Strömungswiderstand und/oder die hydraulische Kapazität des ersten bzw. des zweiten Druckkanals.

- 25 Der Strömungswiderstand bezeichnet den Druckabfall bei einem bestimmten
Volumenstrom durch den jeweiligen Kanal. Im Umkehrschluß bewirkt ein
Mediendruckanstieg eine widerstandsabhängige Strömungsgeschwindigkeit
durch die Druckkanäle.

- 30 Die hydraulische Kapazität ist ein Maß dafür, welche Masse an
Übertragungsflüssigkeit in Abhängigkeit des Drucks in dem betreffenden
Kanal aufgenommen werden kann. Aufgrund der Kompressibilität der

Übertragungsflüssigkeit ist die Kapazität eine Funktion des konstanten Volumens eines Druckkanals. Zudem kann ein Druckkanal durch ein veränderliches Volumen eine höhere Kapazität aufweisen. Ein veränderliches Volumen kann beispielsweise durch elastisch komprimierbare
5 oder verformbare Körper, z.B. einen Füllkörper oder einen Balg erzielt werden. Die Einstömgeschwindigkeit der Übertragungsflüssigkeit in die Druckkanäle bei einem Druckanstieg kann im Ergebnis also auch von der hydraulischen Kapazität des jeweiligen Druckkanals abhängen.

10 Insofern als der Unterschied zwischen den Wärmeausdehnungskoeffizienten der üblichen Übertragungsflüssigkeiten und den Wärmeausdehnungskoeffizienten der üblichen Druckmittlerwerkstoffe doch erheblich ist, wird man eine gezielte Volumenvergrößerung zur Erhöhung der hydraulischen Kapazität nur in solchen Fällen erwägen, in denen keine
15 großen Temperaturschwankungen zu erwarten sind. Diese Einschränkung ist für eine Kontrolle der hydraulischen Widerstände nicht gegeben.

Die unterschiedlichen hydraulischen Eigenschaften der beiden Druckkanäle haben den folgenden Effekt. Aufgrund der unterschiedlichen hydraulischen
20 Eigenschaften ist es so gut wie ausgeschlossen, daß beide Druckkanäle bei einer schnellen Druckerhöhung gleichzeitig in ihrem Eingangsbereich genau die Bedingungen erfüllen, daß die Trennmembran aufgrund des Venturi-Effekts lokal angesogen wird und den Kanal verschließt. Wenn nun beispielsweise der erste Kanal durch den Venturi-Effekt verschlossen wird,
25 so steigt dennoch über den zweiten Druckkanal der Druck in dem ersten Kanal, so daß der Verschluß wieder gelöst wird und eine weitere Druckübertragung durch den ersten Kanal erfolgen kann. Es kann zwar theoretisch zu Oszillationen zwischen dem offenen und dem geschlossenen Zustand des Eingangs des ersten Kanals kommen bzw. zu abwechselndem
30 Verschluß der Eingänge des ersten und des zweiten Druckkanals, aber im Ergebnis ist immer ein Kanal offen, so daß eine kontinuierliche

Druckübertragung zwischen der Druckkammer und dem gemeinsamen Druckübertragungspfad erfolgt.

Der gemeinsame Druckübertragungspfad gewährleistet die
5 Druckübertragung von dem Zusammenfluß des ersten Druckkanals mit dem
zweiten Druckkanal bis zu einer Druckmeßzelle oder einem hydraulischen
Stellglied. Der gemeinsame Druckübertragungspfad kann beispielsweise
einen weiteren Druckkanalabschnitt in dem Druckmittlerkörper und daran
anschließende Komponenten wie eine Kapillarleitung oder eine
10 Meßzellenkammer umfassen. Wenn beispielsweise der Druckmittler in das
Meßwerk eines Druckaufnehmers integriert ist, so kann es sein daß der
Zusammenfluß des ersten Druckkanals und des zweiten Meßkanals erst in
einer Meßzellenkammer erfolgt. In diesem Fall würde der gemeinsame
Druckübertragungspfad im wesentlichen nur die Meßzellenkammer
15 umfassen.

Ein unterschiedlicher hydraulischer Widerstand kann durch Variation der
Kanallänge und/oder des Kanaldurchmessers bewirkt werden.

20 Beispielsweise können der erste Kanal und der zweite Kanal jeweils eine
Bohrung, insbesondere eine axiale Bohrung, von der Druckkammer in den
Druckmittlerkörper umfassen, wobei die axialen Bohrungen dann über
unterschiedliche Pfade mit dem gemeinsamen Druckübertragungspfad
verbunden sind.

25

In einer Ausgestaltung fluchtet die axiale Bohrung des ersten Kanals mit
einer axialen Bohrung des gemeinsamen Übertragungspfades, d.h., die
erste Bohrung des ersten Kanals geht unmittelbar über in den gemeinsamen
Übertragungskanal, während zwischen der lateral versetzten axialen
30 Bohrung des zweiten Kanals und der axialen Bohrung des gemeinsamen
Druckübertragungspfad eine Widerstandsleitung verläuft. Der Unterschied im
Strömungswiderstand des ersten und des zweiten Kanals ist im wesentlichen

durch die Länge und den Durchmesser der Widerstandsleitung gegeben. Die Widerstandsleitung hat vorzugsweise einen geringeren Durchmesser als die axialen Bohrungen der Kanäle.

- 5 In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung erstrecken sich sowohl zwischen einer Bohrung des ersten Kanals und einer Bohrung des gemeinsamen Druckübertragungspfads als auch zwischen der Bohrung des zweiten Kanals und der Bohrung des gemeinsamen Druckübertragungspfads jeweils eine Widerstandsleitung, wobei die Widerstandsleitungen
10 unterschiedliche Längen aufweisen.

Eine Widerstandsleitung kann beispielsweise durch eine Bohrung, insbesondere eine seitliche Bohrung, in den Druckmittlerkörper eingebracht werden, wobei diese Bohrung ggf. zugleich zur Befüllung mit
15 Übertragungsflüssigkeit dienen kann. Gleichmaßen kann der Druckmittlerkörper aus mehreren, insbesondere zwei, gefügten Teilkörpern gefertigt sein, wobei die Widerstandsleitungen in einer oder in mehreren der nach dem Fügen der Teilkörper verdeckten Oberflächen ausgebildet sind. Dies kann beispielsweise durch Fräsen oder Drehen erfolgen.

20 Die Erfindung wird nun anhand von in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispielen erläutert.

Es zeigt:

25

Fig. 1: einen Längsschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Druckmittlers;

30

Fig. 2: einen Längsschnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Druckmittlers; und

Fig. 3: eine perspektivische halbtransparente Darstellung

eines dritten Ausführungsbeispiels eines
erfindungsgemäßen Druckmittlers.

5 Der in Fig. 1 gezeigte Druckmittler umfaßt eine Trennmembran 1 und einen
zylindrischen Druckmittlerkörper 2, an dessen Stirnseite die Trennmembran 1
unter Ausbildung einer Druckkammer befestigt ist. Der Druckmittlerkörper 2
umfaßt einen zylindrischen Membranträgerkörper 21 und einen zylindrischen
Basiskörper 22, die an ihren einander zugewandten Stirnflächen aneinander
10 gefügt sind. Der Membranträgerkörper 21 weist auf seiner dem Basiskörper
abgewandten Stirnfläche ein Membranbett 23 auf, welches von der Membran
1 überdeckt ist. Von der Mitte des Membranbetts erstreckt sich eine
durchgehende axiale erste Bohrung zur rückseitigen Stirnfläche des
Druckmittlerkörpers 2, wobei ein erster Abschnitt 25 der durchgehenden
15 axialen ersten Bohrung in dem Membranträgerkörper 21 verläuft und einen
ersten Kanal bildet. Eine zweite axiale Bohrung 26 erstreckt sich radial
beabstandet zur ersten Bohrung vom Membranbett 23 vollständig durch den
Membranträgerkörper 21 bis zur Grenzfläche zwischen dem
Membranträgerkörper und dem Basiskörper 22. In der dem Membranträger
20 21 zugewandten Stirnfläche des Basiskörpers 22 ist eine Nut 27 eingefräst,
welche mit der zweiten Bohrung 26 kommuniziert und sich bis zu einem
zweiten Abschnitt 24 der ersten Bohrung erstreckt. Die Nut 27 und die zweite
Bohrung 26 bilden zusammen den zweiten Kanal, wobei der
Strömungswiderstand des zweiten Kanals größer ist als der
25 Strömungswiderstand des ersten Kanals. Im einzelnen kann der
Strömungswiderstand durch die Querschnittsfläche der Nut 27 kontrolliert
werden.

Der zweite Abschnitt 24 der durchgehenden ersten Bohrung bildet den ersten
30 Abschnitt des gemeinsamen Druckübertragungspfades, der im
Ausführungsbeispiel durch eine Kapillarleitung 3 fortgesetzt wird.

In einer Abwandlung dieses Ausführungsbeispiel ist anstelle der Nut 27 eine Nut in der dem Membranbett 23 abgewandten Stirnfläche des Membranträgerkörpers 21 vorgesehen, welche sich zwischen dem ersten Abschnitt 25 der ersten axialen Bohrung und der zweiten axialen Bohrung 26 erstreckt. Diese Abwandlung ist insofern vorteilhaft, als der Basiskörper dann rotationssymmetrisch ist, und beim Fügen des Membranträgerkörpers 21 mit dem Basiskörper 22 eine Winkelausrichtung entfällt.

Fig. 2 zeigt eine Ausgestaltung der Erfindung, die im wesentlichen die gleiche Struktur hat, wie das erste Ausführungsbeispiel. Ein Druckmittlerkörper 102 weist also wieder einen Membranträgerkörper 121 und einen Basiskörper 122 auf, die in der zuvor beschriebenen Weise miteinander gefügt sind. Zudem ist eine erste durchgehende axiale Bohrung mit einem ersten Abschnitt 125 durch den Membranträgerkörper 121 und einem zweiten Abschnitt 124 durch den Basiskörper 122 vorgesehen, sowie eine zweite axiale Bohrung 126, die über eine Nut 127 in der dem Membranträgerkörper 121 zugewandten Stirnfläche des Basiskörpers 122 mit der durchgehenden ersten axialen Bohrung verbunden ist. Jedoch ist die durchgehende erste axiale Bohrung nicht in der Mitte des Membranbetts 123 geführt, sondern sie verläuft ebenfalls exzentrisch, wobei die erste und die zweite axiale Bohrung sowohl im gleichen Abstand zur Mittelachse des Druckmittlerkörpers 102, als auch in unterschiedlichen Abständen geführt sein können. Die Verlagerung der ersten Bohrung aus der Mittelachse bewirkt, daß der druck- und temperaturabhängige Membranhub über der ersten Bohrung sich weniger von dem Membranhub über der zweiten Bohrung unterscheidet. Selbstverständlich kann auch bei dieser Ausgestaltung anstelle der Nut 127 in der Stirnfläche des Basiskörpers 122 eine entsprechende Nut in der daran angrenzenden Stirnfläche des Membranträgerkörpers 121 vorgesehen sein.

30

Fig. 3 zeigt schließlich ein Ausführungsbeispiel eines Druckmittlers mit einem bei der Fertigung einfach abstimmbaren Widerstandsverhältnis. Hierzu

umfaßt der Druckmittler einen Druckmittlerkörper 202, der wieder einen Basiskörper 222 und einen Membranträgerkörper 221 umfaßt, die an den aneinander anliegenden Stirnflächen gefügt sind. In einer oder beiden der aneinander anliegenden Stirnflächen ist eine mit dem Druckmittlerkörper 202
5 koaxial auf dem Umfang eines Kreises verlaufende Ringnut 227 ausgebildet. Die Nut oder die beiden fluchtend ausgebildeten Nuten dienen als Widerstandsleitung. Durch den Basiskörper 222 erstreckt sich eine untere axiale Bohrung 224, die mit der Ringnut 227 kommuniziert, d.h. die axiale Bohrung ist auf dem Radius geführt, auf dem die Ringnut verläuft. Die untere
10 axiale Bohrung 224 bildet einen ersten Abschnitt des gemeinsamen Druckübertragungspfads, der bei diesem Ausführungsbeispiel durch eine Kapillarleitung 203 fortgesetzt wird.

In der membranseitigen Stirnfläche des Membranträgerkörpers 221 ist ein
15 Membranbett 223 ausgebildet, welches von einer hier aus Gründen der Übersichtlichkeit weggelassenen Trennmembran überdeckt ist. Von dem Membranbett 223 erstrecken sich zwei obere axiale Bohrungen 225, 226 durch den Membranträgerkörper, wobei die axialen Bohrungen mit der Ringnut kommunizieren. Die genaue Anordnung der beiden Bohrungen
20 zueinander ist unkritisch, wobei es zweckmäßig erscheint, daß sie einen großen Abstand zueinander aufweisen. Der maximale Abstand wird erreicht, wenn die beiden Bohrungen, bezogen auf die Ringnut, einander genau gegenüberliegen. Wenn nun im Meßbetrieb der Mediendruck der auf die Trennmembran einwirkt ansteigt, muß die Übertragungsflüssigkeit durch die
25 beiden oberen axialen Bohrungen 225, 226 und die Ringnut 227, in die untere axiale Bohrung 224 gelangen. Die effektiven Strömungswiderstände für einen ersten Druckkanal bzw. für einen zweiten Druckkanal ergeben sich nun jeweils aus dem Strömungswiderstand der oberen axialen Bohrungen und dem Strömungswiderstand der kürzesten Verbindung zur unteren
30 Bohrung 224 über die Ringnut 227.

Durch Auswahl des Azimuthwinkels zwischen dem Basiskörper 222 und dem Membranträgerkörper 221 kann somit das Widerstandsverhältnis bei der Montage des Druckmittlerkörpers abgestimmt werden. In der Darstellung in Fig. 3 fluchtet beispielsweise die erste obere Bohrung 225 mit der unteren Bohrung 224. Während die zweite obere Bohrung 226 um 180° gegenüber der unteren Bohrung versetzt ist. Hier ist der Unterschied zwischen den Strömungswiderständen maximal. Wäre der Membranträgerkörper um 90° gegenüber der gezeichneten Position verdreht, so wären beide oberen Bohrungen um 90° gegenüber der unteren Bohrung verdreht und die Strömungswiderstände wären identisch, wenn man von gleichen Durchmessern für die oberen Bohrungen ausgeht. Zwischen diesen Extremen kann das Widerstandsverhältnis durch Auswahl des Azimuthwinkels zwischen dem Membranträgerkörper 221 und dem Basiskörper 222 festgelegt werden. Durch die Wahl des Strömungsquerschnitts der Ringnut ist der maximal mögliche Widerstandsunterschied zwischen den beiden Kanälen vorgegeben.

Bei den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen ist bei den axialen Bohrungen zunächst immer von axialen Bohrungen mit gleichen Durchmessern ausgegangen worden. Selbstverständlich können die Bohrungen auch mit unterschiedlichen Durchmessern geführt werden, um unterschiedliche Widerstände zu erzielen. gleichermaßen können Bohrungen von der axialen Richtung abweichen.

Patentansprüche

1. Druckmittler, umfassend:
einen Druckmittlerkörper mit einer Stirnfläche;
5 eine Trennmembran, die unter Bildung einer Druckkammer zwischen der Stirnfläche und der Trennmembran an dem Druckmittlerkörper befestigt ist;
einen ersten Druckkanal, der sich zwischen einer ersten Öffnung in der Druckkammer und einem gemeinsamen Druckübertragungspfad erstreckt, und einen zweiten Druckkanal, der sich zwischen einer
10 zweiten Öffnung in der Druckkammer und dem gemeinsamen Druckübertragungspfad erstreckt, wobei der zweite Druckkanal andere hydraulische Eigenschaften aufweist als der erste Druckkanal.
- 15 2. Druckmittler nach Anspruch 1, wobei die hydraulischen Eigenschaften den Strömungswiderstand und/oder die hydraulische Kapazität des ersten bzw. des zweiten Druckkanals umfassen.
3. Druckmittler nach Anspruch 1, oder 2, wobei der gemeinsame
20 Druckübertragungspfad eine Kapillarleitung und/oder eine Meßzellenkammer umfaßt.
4. Druckmittler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Kanal und der zweite Kanal jeweils eine axiale Bohrung von der
25 Druckkammer in den Druckmittlerkörper umfassen, und wobei die axialen Bohrungen über unterschiedliche Pfade mit dem gemeinsamen Druckübertragungspfad verbunden sind.
5. Druckmittler nach Anspruch 4, wobei die axiale Bohrung des ersten
30 Kanals mit einer axialen Bohrung des gemeinsamen Übertragungspfades fluchtet und in diese übergeht, und zwischen einer lateral versetzten axialen Bohrung des zweiten Kanals und der axialen

Bohrung des gemeinsamen Druckübertragungspfad eine Widerstandsleitung verläuft.

- 5 6. Druckmittler nach Anspruch 6, wobei die Widerstandsleitung eine geringer Querschnittsfläche aufweist als die axialen Bohrungen der Kanäle.
- 10 7. Druckmittler nach Anspruch 4, wobei sich sowohl zwischen einer Bohrung des ersten Kanals und einer Bohrung des gemeinsamen Druckübertragungspfads als auch zwischen der Bohrung des zweiten Kanals und der Bohrung des gemeinsamen Druckübertragungspfads jeweils eine Widerstandsleitung erstreckt, wobei die Widerstandsleitungen unterschiedliche Längen aufweisen.
- 15 8. Druckmittler nach Anspruch 7, wobei die Widerstandsleitungen Abschnitte eines Ringkanals umfassen.
- 20 9. Druckmittler nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Druckmittlerkörper aus mindestens zwei gefügten Teilkörpern besteht, und wobei mindestens ein Kanal einen Abschnitt aufweist, welcher in mindestens einer nach dem Fügen der Teilkörper verdeckten Oberflächen ausgebildet ist.
- 25 10. Druckmittler nach Anspruch 8, wobei der Abschnitt eine gefräste oder gedrehte Vertiefung umfaßt.
11. Druckmittler nach Anspruch 8 oder 9, wobei der Abschnitt eine Widerstandsleitung bildet.
- 30 12. Druckaufnehmer mit einer Druckmeßzelle und einem Druckmittler gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Druckmeßzelle über

den gemeinsamen Druckübertragungspfad mit dem in der Druckkammer vorherrschenden Druck beaufschlagbar ist.

- 5 13. Druckaufnehmer nach Anspruch 11, weiterhin umfassend eine Meßzellenkammer, die in dem Druckmittlerkörper ausgebildet ist, wobei die Druckmeßzelle in der Meßzellenkammer angeordnet ist.

1/1

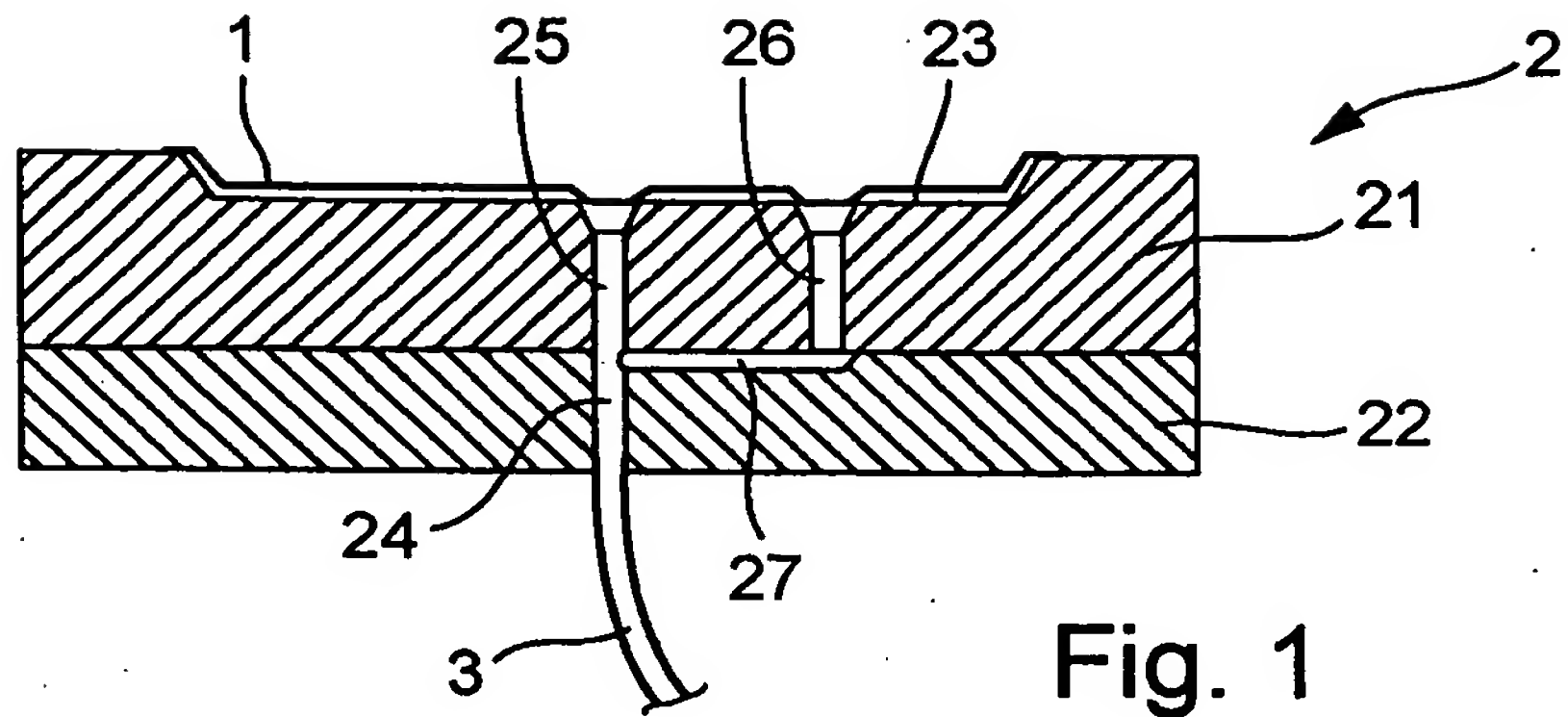


Fig. 1

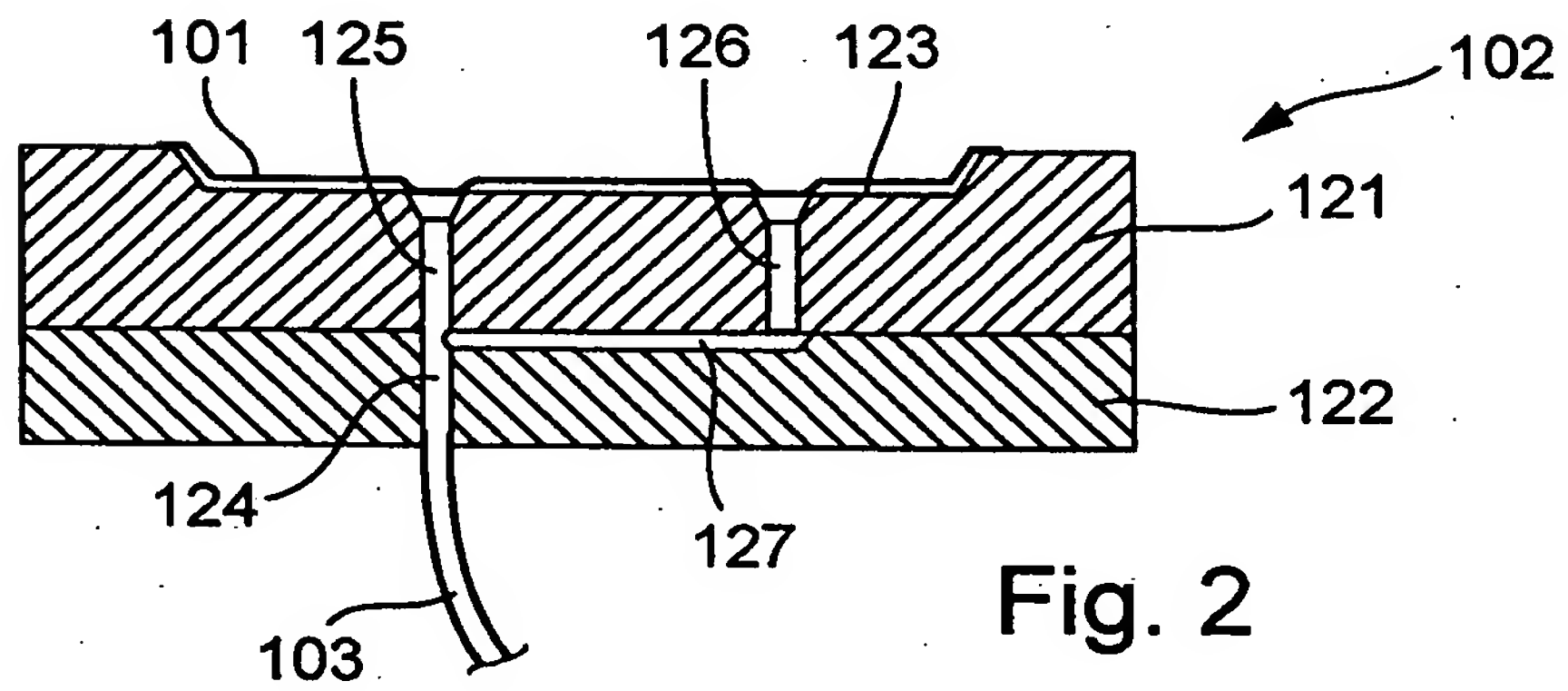


Fig. 2

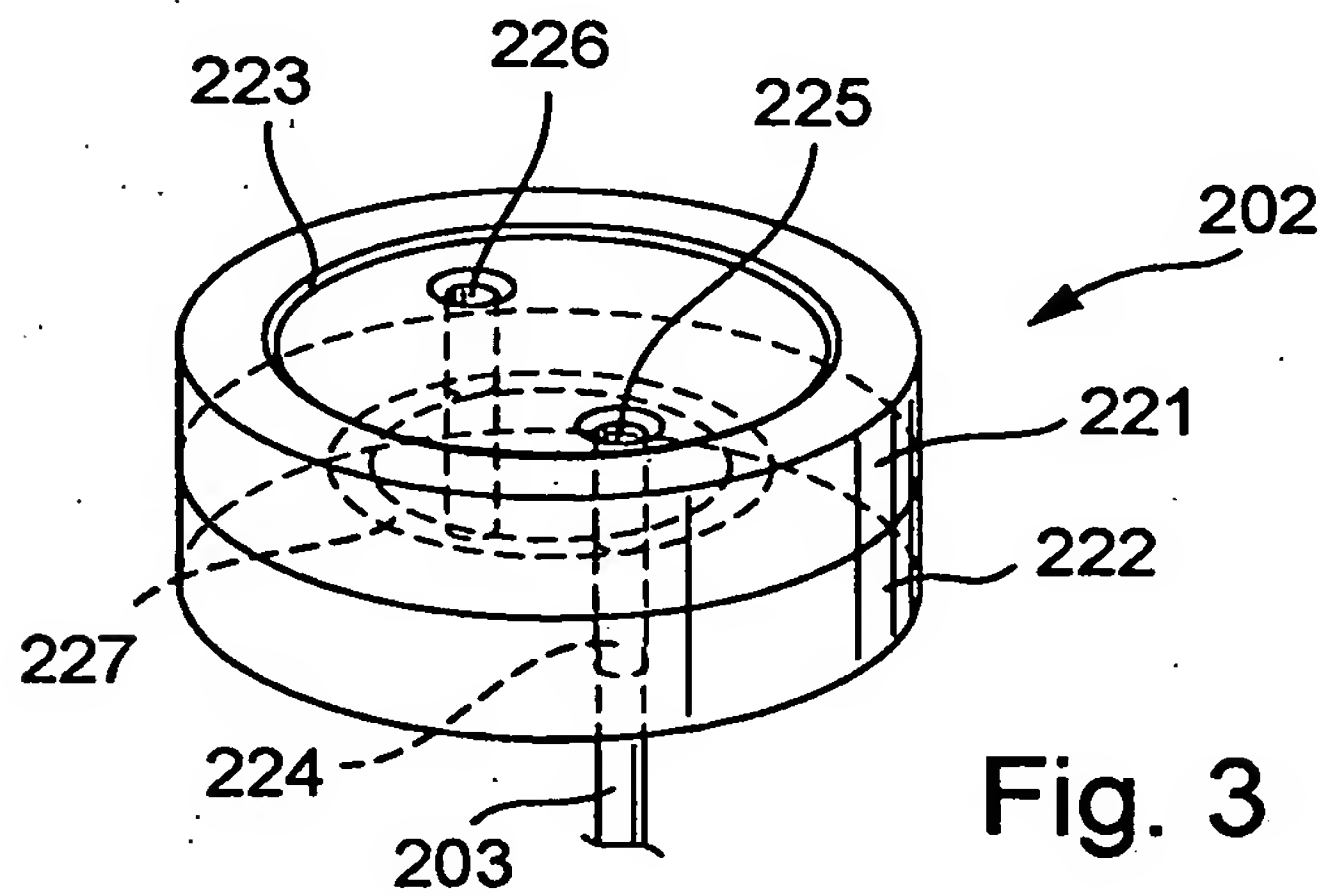


Fig. 3